

PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK NYAMPLUNG (*Calophyllum Inophyllum*) MENGUNAKAN KATALIS GEOPOLIMER: PENGARUH TEMPERATUR DAN RASIO MOL MINYAK:METANOL

Mohd Fajri Amrullah ¹, Edy Saputra ², Zuchra Helwani ²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas km 12,5 Pekanbaru 28293
fajriamrullah95@gmail.com

ABSTRACT

Biodiesel is an alternative energy to replace fossil fuels. It can be made by transesterification process of vegetable oils. Process of making biodiesel commonly use NaOH or KOH as homogeneous catalyst which has the disadvantage the formation of by products such as soaps and the complexity of the separation of catalyst. Therefore, in this study biodiesel was synthesized from calophyllum inophyllum oil by using geopolymer catalyst. Geopolymer was synthesized by mixing sodium silicate, metakaolin, NaOH, and water. Several variations of the process variables were done to assess its influence on yield of biodiesel. The variables were used consist of a dependent variables and independent variables. The dependent variables were calophyllum inophyllum oil weight of 50 grams, 3%-wt of catalyst concentration, reaction time of 120 minutes, and stirring speed of 400 rpm, while the independent variables which variation molar ratio of oil:methanol 1:3, 1:6, 1:9, 1:12 and variations of temperature 55, 60, 65 °C. Physical characterization were done including density 873 kg/m³, kinematic viscosity 4.46 mm²/s, acid number 0.49 mg-KOH/g biodiesel and flash point 140°C respectively accordance with the standards of Indonesian biodiesel (SNI 7182:2015).

Keywords: *biodiesel, catalyst, calophyllum inophyllum oil, geopolymer, yield*

1. Pendahuluan

Minyak bumi merupakan bahan baku sumber daya energi dan bahan bakar utama di dunia. Kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap energi dan bahan bakar terus meningkat setiap tahunnya. Tingginya tingkat konsumsi energi dan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi akan menyebabkan menipisnya cadangan minyak bumi yang tersedia. Selain itu, penggunaan bahan bakar dari minyak bumi disinyalir sebagai penyebab utama terjadinya pemanasan global. Oleh karena itu diperlukan pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui seperti biodiesel.

Saat ini, sebagian besar biodiesel berasal dari transesterifikasi sumber daya yang dapat dimakan, seperti lemak hewan dan minyak sayur. Pemanfaatan minyak nabati seperti minyak kelapa sawit untuk pembuatan biodiesel akan mengakibatkan terjadinya persaingan dengan industri pangan dan oleokimia, mengingat minyak kelapa sawit merupakan komoditas yang berharga cukup mahal di pasar internasional.

Nyamplung merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel. Produktivitas biji nyamplung sangat tinggi, bisa mencapai 20 ton/ha, lebih tinggi dari biji jarak pagar (5 ton/ha) dan biji karet (2 ton/ha). Kandungan minyak dalam biji

nyamplung berkisar antara 40-75%, lebih tinggi dari kandungan minyak biji jarak pagar (40-60%) dan minyak biji karet (40-50%) (Fadhullah dkk, 2015). Minyak nyamplung termasuk ke dalam golongan minyak yang tidak bisa dimakan, sehingga penggunaan minyak nyamplung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel tidak akan bersaing dengan kebutuhan pangan.

Disamping bahan baku, perkembangan industri biodiesel perlu diimbangi dengan perkembangan teknologi proses terutama dalam hal katalis. Harga katalis yang tinggi dapat menyebabkan biodiesel saat ini lebih mahal daripada bahan bakar yang diturunkan dari minyak bumi (Haas, 2005). Katalis yang umum digunakan pada pembuatan biodiesel adalah katalis basa kuat seperti KOH dan NaOH. Katalis ini merupakan katalis homogen yang sulit dipisahkan dari produk hasil reaksi karena memiliki fasa yang sama dengan reaktannya.

Geopolimer merupakan polimer anorganik yang memiliki struktur amorf dengan jaringan tiga dimensi AlO_4 dan SiO_4 tetrahedra. Material ini umumnya digunakan sebagai bahan perekat pada konstruksi bangunan. Salah satu bahan baku pembuatan geopolimer adalah larutan alkali seperti sodium hidroksida atau potassium hidroksida yang memiliki sifat basa yang kuat. Secara kimia, struktur geopolimer mirip dengan zeolite low-silica dengan rasio Si/Al antara 1 dan 3. Analisis mikrostruktural menunjukkan geopolimer memiliki luas permukaan ($100 \text{ m}^2/\text{g}$) dan ukuran pori ($0,5 \text{ cm}^3/\text{g}$) yang besar (Sharma dkk, 2015). Luas permukaan dan ukuran pori yang besar, serta sifat basa yang kuat pada geopolimer membuat material ini sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu minyak nyamplung yang berasal dari Koperasi Jarak

Lestari Cilacap Jawa Tengah. Kaolin, sekam padi, dan NaOH digunakan untuk pembuatan katalis. Bahan kimia lainnya adalah akuades, asam fosfat, methanol, etanol, H_2SO_4 , KOH, dan indikator PP.

Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan 100 mesh, satu set motor pengaduk, oven, furnace, timbangan analitik, reaktor labu leher tiga, kondensor, hot plate, termometer, dan peralatan gelas seperti gelas kimia, gelas ukur, corong pisah, dan lain-lain.

Pembuatan Katalis Geopolimer

Sekam padi dijemur selama 1 hari untuk menghilangkan kadar air di dalamnya. Sekam padi yang telah kering lalu dibakar dan diambil abu hasil pembakarannya. Abu sekam padi disaring menggunakan saringan 100 Mesh agar ukurannya seragam. Abu sekam padi yang mengandung silika tersebut akan diekstraksi menggunakan larutan NaOH. Proses ekstraksi silika dari abu sekam padi akan dilakukan pada reaktor batch. Larutan NaOH 1 N sebanyak 1.000 ml dan abu sekam padi sebanyak 135 gram dimasukkan ke dalam reaktor. Campuran tersebut diaduk dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 100°C selama 60 menit. Setelah waktu proses tercapai, campuran tersebut disaring untuk memisahkan padatan abu sekam dan filtrat berupa larutan sodium silikat (Na_2SiO_3) (Soeswanto dan Lintang, 2011).

Kaolin dikalsinasi pada suhu 700°C selama 3 jam dan didapatkan produk berupa metakaolin. Metakaolin, sodium silikat, NaOH, dan akuades dimasukkan ke dalam gelas kimia dengan perbandingan berat Metakaolin : Sodium Silikat : NaOH : Air = 10 : 12,2 : 1,1 : 0,7 dan diaduk hingga tercampur sempurna. Campuran tersebut lalu di panaskan didalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam. Geopolimer yang terbentuk didiamkan selama 7 hari lalu digerus hingga menjadi serbuk (Sazama dkk,

2011). Serbuk Geopolimer yang dihasilkan diuji dan dikarakterisasi.

Proses Pembuatan Biodiesel

Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada proses pembuatan biodiesel yaitu proses degumming minyak nyamplung, esterifikasi, transesterifikasi, pemisahan dan pemurnian serta karakterisasi biodiesel yang dihasilkan.

Proses Degumming

Minyak nyamplung disaring alat penyaring vakum pada kondisi hangat. Minyak ditimbang kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu asam fosfat ditambahkan sebanyak 0,3% dari berat minyak. Suhu minyak dipertahankan selama 15 menit sambil diaduk. Selanjutnya, minyak dimasukkan kedalam corong pisah untuk dipisahkan antara minyak dan pengotor yang mengendap. Setelah itu dilakukan proses penyaringan minyak menggunakan kertas saring. Minyak hasil penyaringan dianalisa karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar ALB dan perubahan warna yang terjadi.

Proses Esterifikasi

Minyak nyamplung memiliki kadar asam lemak bebas > 2% sehingga perlu dilakukan tahap esterifikasi terlebih dahulu. Minyak ditimbang sebanyak 50 gram dan dimasukkan ke dalam reaktor esterifikasi. Proses dijalankan dan ditempatkan di atas pemanas untuk menjaga suhu reaksi yaitu 60 °C. Setelah suhu reaksi tercapai, metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol minyak : metanol 1 : 12 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 1%-v ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 3 jam, produk esterifikasi dilanjutkan ke tahap transesterifikasi (Atabani dan Cesar, 2014).

Proses Transesterifikasi

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan proses transesterifikasi. Produk esterifikasi dimasukkan ke dalam reaktor transesterifikasi dan dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi yaitu 60°C. Setelah suhu reaksi tercapai, katalis geopolimer 3%-b dan metanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol minyak : metanol 1 : 6 ditambahkan ke dalam reaktor. Setelah reaksi berlangsung selama 120 menit, produk transesterifikasi didinginkan dan disaring dengan kertas saring *whatman*. Endapan berupa katalis dipisahkan dari filtratnya. Filtrat tersebut dilanjutkan ke proses pemisahan dan pemurnian biodiesel. Prosedur yang sama diulangi untuk variasi rasio mol minyak terhadap metanol dan variasi suhu reaksi yang sudah ditentukan.

Proses Pemisahan dan Pemurnian

Filtrat yang telah dipisahkan dari katalis dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 6 jam hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan bawah berupa gliserol dipisahkan dari lapisan atas berupa *crude* biodiesel. *Crude* biodiesel kemudian dimurnikan dengan cara dicuci menggunakan akuades yang telah dipanaskan pada suhu 60°C. Kemudian biodiesel dipanaskan pada *hot plate* dengan suhu 105°C selama 60 menit untuk menguapkan metanol sisa reaksi dan air.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses Degumming

Proses *degumming* bertujuan untuk mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat didalam minyak nyamplung seperti fosfolipid, serat yang ikut terbawa saat proses ekstraksi minyak dan pengotor lainnya. Pemilihan asam fosfat pada proses *degumming* agar terjadi proses koagulasi dan flokulasi sehingga memungkinkan partikel pengotor dapat

mengendap karena adanya tumbukkan antar flok yang terjadi dengan bantuan pengadukan. Minyak nyamplung hasil proses *degumming* ditentukan karakteristiknya meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar asam lemak bebas dan perubahan warna. Karakteristik minyak nyamplung sebelum dan setelah proses *degumming* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakterisasi Minyak Nyamplung

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>degumming</i>	Setelah <i>degumming</i>
Densitas	kg/m ³	948	921
Viskositas	mm ² /s	6,7	6,22
Kadar air	%	7,01	6,89
Kadar ALB	%	23,5	21,69
Warna	-	Hijau gelap	Kecoklatan

Proses Esterifikasi

Dari Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa kadar air yang terdapat pada minyak nyamplung setelah proses *degumming* yaitu 6,89%, sedangkan kadar ALB-nya yaitu 21,69%. Kadar air berbanding lurus dengan kadar ALB dimana semakin tinggi kadar air, maka kadar ALB pada minyak juga akan meningkat. Menurut Azmi (2009), reaksi esterifikasi merupakan salah satu proses perlakuan awal dalam pembuatan biodiesel yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dan kadar ALB yang tinggi pada minyak. Setelah dilakukan tahap reaksi esterifikasi, kadar ALB minyak nyamplung menurun dari 21,69% menjadi 2,81% dan kadar air menurun dari 6,89% menjadi 0,43%.

Yield Biodiesel

Yield biodiesel dihitung dengan persamaan berikut (Ho dkk, 2014):

$$yield (\%) = \frac{\text{Total berat biodiesel}}{\text{Total berat sampel minyak}} \times 100\%$$

Karakterisasi Biodiesel

Analisa karakteristik biodiesel dilakukan untuk mengetahui apakah biodiesel yang didapat pada penelitian ini sesuai dengan standar mutu biodiesel di Indonesia (SNI 7182:2015).

Karakterisasi biodiesel yang diuji meliputi densitas (ASTM D 1298), viskositas kinematik (ASTM D445), angka keasaman (AOCS Cd 3-63) dan titik nyala (ASTM D 93). Perbandingan hasil karakterisasi biodiesel penelitian ini dengan SNI 7182:2015 dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Karakterisasi Biodiesel

Parameter	SNI 7182:2015	Hasil Penelitian
Massa Jenis (kg/m ³)	850-890	873
Viskositas (mm ² /s)	2,3-6,0	4,46
Angka asam (mg-KOH/g)	Maks. 0,5	0,49
Titik Nyala (°C)	Min 100	140

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu menurut SNI 7182:2015.

Daftar Pustaka

- Armalita, R.D., Bahri, S., dan Yusnimar. 2015. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Bintaro dengan Reaksi Transesterifikasi dan Katalis Lempung, *JOM FTEKNIK*, Vol. 2.
- Atabani, A. E. dan Cesar, A. D. S. 2014. *Callophyllum Inophyllum L. – A Prospective Non-Edible Biodiesel Feedstock. Study of Biodiesel Production, Properties, Fatty Acid Composition, Blending, Engine Performance. Renewable and Sustainable Energy Review*, 37, 644-655.
- Azmi, M.F. 2009. Transesterifikasi Heterogen Antara Minyak Sawit Mentah dengan Metanol menggunakan

- Katalis K_2O-CaO , *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Fadhlullah, M., Widiyanto, S. N. B., dan Restiawaty, E. 2015. The Potential of Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* L.) Seed Oil as Biodiesel Feedstock: Effect of Seed Moisture Content and Particle Size On Oil Yield. *Energy Procedia*, 68, 177-185.
- Fajar. 2010. Pemanfaatan Minyak Biji Kepayang sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Jurnal Teknologi*, 10, 189-196.
- Haas, M. J. 2005. Improving The Economics of Biodiesel Production Through the Use of Low Value Lipids as Feedstocks: Vegetable Oil Soapstock. *Fuel Processing Technology*, 86, 1087-1096.
- Ho, W.W.S., H.K. Ng, S. Gan dan S.H. Tan. 2014. Evaluation of Palm Oil Mill Fly Ash Supported Calcium Oxide as A Heterogenous Base Catalyst in Biodiesel Synthesis from Crude Palm Oil. *Energy Conversion and Management*. 88, 1167-1178.
- Knothe, G., Krahl, J., dan Gerpen J. V. 2005. *The Biodiesel Handbook*, AOCS Press: United States of America.
- Sazama, P., Bortnovsky, O., Dedeczek, J., Tvaruzková, Z., dan Sobalík, Z. 2011. Geopolymer Based Catalysts—New Group of Catalytic Materials. *Catalysis Today*, 164, 92-99.
- Sharma, S., Medpelli, D., Chen, S., dan Seo, D. K. 2015. Calcium-Modified Hierarchically Porous Aluminosilicate Geopolymer as A Highly Efficient Regenerable Catalyst for Biodiesel Production. *RSC Advances*, 5, 65454-65461.
- Soeswanto, B. dan Lintang, N. 2011. Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Menjadi Natrium Silikat. *Jurnal Fluida*, 1, 18-22.
- Wicakso, D.R. 2011. Sintesis Biodiesel dari Crude Palm Oil dengan Katalis Alumina Hasil Recovery Limbah Padat Lumpur PDAM Intan Banjar. *Info Teknik*, 12, 21-30.